

Termoregulació

En mamífers homeotermes endotermes en medi terrestre

Iris Cobacho Pérez
Grau en Biologia Ambiental

UAB
Universitat Autònoma
de Barcelona

Introducció

La Termoregulació: funció essencial per → l'homeòstasi corporal.

Controlada principalment pel → **SISTEMA NERVIÓS**.

Permet detecció i integració de la T^a

Desajustos en la temperatura

Reducció de les funcions cel·lulars (Menor eficiència d'enzims
Alteració de difusió i fluidesa de membrana)

Conseqüències dels desajustos de temperatura:

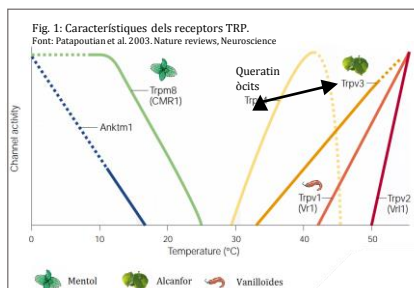
Pèrdua de la consciència
Incapacitat per:
coordinar i executar activitats motores.

Per tant → **CERVELL ALERTA**

Objectius

Revisió bibliogràfica del procés de **termoregulació** des del nivell molecular al nivell comportamental centrada en el **sistema nerviós**.
Explicar el procés en un **model general de mamífer homeoterm endoterm**, en **medi terrestre**, i en zones càlides amb una certa **estacionalitat**.

Recepció de l'estímul



La T^a externa es mesura amb

Receptors cutanis i interns

Canals iònics de potencial: TRP

A **queratinòcits** i a neurones que venen del gangli de l'arrel dorsal (DRG)

Integració nerviosa de l'estímul

Receptors envien la informació a → Asta dorsal (Neurones de la lamina I)

Via spinothalamocortical

Neurones del tàlem

CÒRTEX SOMATOSENSORIAL
(Regulació comportamental)

Via spinoparabrànquioptica

Neurones del nucli parabrànquial lateral (LPB)
(Integra informació tèrmica i no tèrmica)

POA
(Integra informació interna i externa)
(Regulació Involuntària)

Respostes a l'estímul

Les respostes juguen amb la producció i dissipació de calor.

TREMOLOR:

Contraccions del múscul esquelètic, per això s'utilitza ATP, aquests procés **allibera calor**.

VIA NERVIOSA: L'**hipotàlem posterior** envia senyals al **rafe pàl·lid**, que a través de neurones reticuloespinals es comunica amb el **múscul esquelètic** iniciant la **tremolor**.

TEIXIT ADIPÓS MARRÓ (BAT):

BAT: teixit format d'**adipòcits** amb proteïnes de dissociació 1 (UCP1) als mitocondris.
UCP1 → **dissociació de la fosforilació oxidativa** d'àcids grassos → trenca gradient electroquímico de H^+ → producció de **calor**.
La **vascularització** del BAT permet la **redistribució** de la calor produïda.

VIA NERVIOSA: Rafe pàl·lid (modulat per la POA i l'hipotàlem dorsomedial) innerva les **neurones pregangliòniques** simpàtiques, que fan sinapsis amb les **cèl·lules ganglionàries** simpàtiques innervant els BAT.

La innervació simpàtica allibera **noradrenalina** per:

- Augmentar l'activitat lipasa (controla els àcids grassos citoplasmàtics disponibles).
- Augmentar el contingut de UCP1 al BAT (com la **triiodotironina** (T3)).
- Vasodilatació.

VASOCONSTRICCIÓ CUTÀNIA:

Redirrecció del **flux sanguini** per **mantenir T^a** (flux **intern** major) o afavorir la **dissipació de calor** (flux **perifèric**).

VIA NERVIOSA: Rafe pàl·lid, regió parapiromidal (PPy) i medul·la vasolateral rostral (RVLM) determinen l'activitat de **neurones pregangliòniques** que controlen el flux de **vasoconstricció cutània** (CVC) situades als segments espinals T11-L2.

Aquestes neurones efectores poden ser **inhibides** per la prostaglandina E2 (PGE2) o **intervingudes** per la **POA**.

CALOR EVAPORATIU:

Afecta: **volum i osmolaritat plasmàtica** → **interacció** entre control **osmòtic**, **termoregulator** i **cardiovascular**.

Panteix: Un augment en **ventilació** de vies respiratòries dona un **augment d'evaporació respiratòria** i pèrdua de calor (depèn de: humitat ambiental i ventilacions/min). La **vascularització** de la mucosa nasal proporciona la calor necessària per l'evaporació. La **sang refredada** pot anar a la vena jugular directament des de la vena facial, o passar 1^{er} per la vena ocular i el sinus cavernosos.

VIA NERVIOSA: La **POA** influeix el **trunc cerebral**, aquest últim regula la **respiració**.

Secreció salival: Augment d'evaporació per difusió de la saliva a la pell.

VIA NERVIOSA: **POA** (regula la salivació) i **Hipotàlem posterior** (regula el comportament). Aquests es comuniquen amb l'**Asta dorsal** que va a les **neurones premotors salivals**.

Sudoració: Estructura glàndules sudoríparaes ecnines: una bobina secretora bulbosa (a la dermis) que dona a un conducte que s'obre a la superfície de la pell.

VIA NERVIOSA: **POA** → cèl·lules intermediolaterals de la medul·la espinal → **ganglis simpàtics** → **glàndules sudoríparaes**.

METABOLISME:

A l'**Hipotàlem posterior** hi ha el **centre motor primari del tremolor**, que s'**excita** per senyals dels **termoreceptors de fred** i s'**inhibeix** per la **POA**.

Si la **POA** es **refreda** → augment en producció de **tiroxina** a l'hipotàlem → estimula la secreció de **tiroxina** al tiroide → **augment del metabolisme**.

Comportament termoregulator

El comportament termoregulator és molt eficaç degut a: **menor demanda energètica** i major **sostenibilitat en el temps**. Els comportaments termoregulators són actes motors somàtics dirigits a la **reducció i/o l'optimització de la transferència de calor** entre el cos i l'ambient. Els més comuns serien: **canvis posturals** (arraulits enfront el fred o l'extensió de les extremitats enfront la calor), **desplaçaments** a medis preferibles (recerca de fred en un ambient calent) la **difusió de la saliva** en un ambient calorós i també la generació de calor amb **moviment**. No molt estudiat fisiològicament: la **POA** i el **trunc cerebral rostral** funcionen com a llocs termosensibles que apropiadament alteren els comportaments relacionats amb la termoregulació en mamífers.

Bibliografia:

Agreopoulos, G. Harper, M. E. 2002. Involuntary uncoupling proteins and thermoregulation. *Journal of Applied Physiology*, Vol. 92, 2187-2198pp.
Bergo, K. B. Barro, R. C. H. Barro, L. G. S. 2007. Physiology of temperature regulation: Comparative aspects. *Comparative Biochemistry and Physiology*, Vol. 147, 616-639pp.
Morrison, S. F. Nakamura, K. 2011. Central neural pathways for thermoregulation. *Frontiers in Bioscience: a journal and virtual library*, 16, 74-104pp.
Nakamura, K., Matsumura, K., Kobayashi, S., Kaneko, T. 2005. Sympathetic premotor neurons mediating thermoregulatory functions. *Neuroscience research*, 51(1), 1-8pp.
Patapoutian, A. Peier, A. M. Story, G. M. Viswanath, V. 2003. Thermosensitive channels and beyond: mechanisms of temperature sensation. *Nature reviews, Neuroscience*, Vol. 4, 529-539pp.
Reiss-Zeisel, K. Münzberg, H. 2013. Integration of sensory information via central thermoregulatory targets. *Physiology & behavior*, Vol. 121, 49-55pp.
Robertshaw, D. 2006. Mechanisms for the control of respiratory evaporative heat loss in panting animals. *Journal of Applied Physiology*, Vol. 101, 664-669pp.
Shibasaki, M., Wilson, T. E., Crandall, C. G. 2006. Neural control and mechanisms of eccrine sweating during heat stress and exercise. *Journal of Applied Physiology*, 100(5), 1692-1701pp.
Terrien, J. Penet, M. Augard, F. 2011. Behavioral thermoregulation in mammals: a review. *Front Biosci*, Vol. 16, 1428-1444pp.